

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS ASSEMBLY METHOD

Patent Number: JP5055712
Publication date: 1993-03-05
Inventor(s): OMURA ETSUJI
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Requested Patent: ☐ JP5055712
Application Number: JP19910242767 19910827
Priority Number(s):
IPC Classification: H01S3/18; H01L23/40; H01L33/00
EC Classification:
Equivalents: JP2768852B2

Abstract

PURPOSE: To fix the main surface of the mesa of an optical semiconductor device provided with a mesa groove near an active area to a heat sink material so as to avoid stress concentration in the semiconductor optical device.

CONSTITUTION: This optical semiconductor device 1 is fixed to a heat sink material by using solder 104 only to the main surface of its mesa 106. As a result, the thermal stress applied to an active area 102 from the peripheral section of the element 1 at the time of soldering can be reduced and a semiconductor laser provided with a mesa groove 103 be realized by a semiconductor optical device assembly method which is high in heat radiating effect and high in reliability from the point of service life.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Japan Patent Office
Patent Laying-Open Gazette

Patent Laying-Open No. 05-055712
Date of Laying-Open: March 5, 1993
International Class(es): H01S 3/18
H01L 23/40
33/00

(4 pages in all)

Title of the Invention: Optical Semiconductor Device and its
Assembly Method

Patent Appln. No. 03-242767
Filing Date: August 27, 1991
Inventor(s): Etsuji OMURA
Applicant(s): Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha

(transliterated, therefore the
spelling might be incorrect)

Partial English Translation of
Japanese Patent Laying-Open No. 05-55712

[Prior Art]

Optical semiconductor devices include semiconductor lasers, light-emitting diodes and photodiodes for example. For convenience of description, the semiconductor laser is herein described in detail.

Fig. 2 schematically shows an assembly method of a conventional semiconductor laser. There are shown the semiconductor laser 1, a semiconductor substrate 101 of GaAs or InP for example, an active area 102 formed on the semiconductor substrate 101, a mesa 106 including the active area 102, a mesa groove 103 for removing parasitic capacitance components and provided with the aim of improving the response rate of the semiconductor laser, and a solder material 201 for fixing the semiconductor laser 1 to a heat sink member 105. With the assembly method shown in Fig. 2, the semiconductor main surface closer to the active area 102 is fixed to the heat sink member 105, which is called "junction-down assembly method." This method provides a feature that the heat generated from the active area 102 when the semiconductor laser is driven can efficiently be released.

An operation of the conventional method is now described. The heat generated from the active area 102 spreads in the mesa 106 to be dissipated via the solder material 201 by the heat sink member 105. In order to improve the dissipation effect, the heat sink is usually made of such a metal as copper or silver of high thermal conductivity, or diamond or ceramics of high heat conductivity (e.g. beryllia, aluminum nitride).

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-55712

(43)公開日 平成5年(1993)3月5日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18		9170-4M		
H 0 1 L 23/40	F	7220-4M		
33/00	N	8934-4M		

審査請求 未請求 請求項の数2(全4頁)

(21)出願番号 特願平3-242767

(22)出願日 平成3年(1991)8月27日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 大村 悦司

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社光・マイクロ波デバイス研究所内

(74)代理人 弁理士 早瀬 憲一

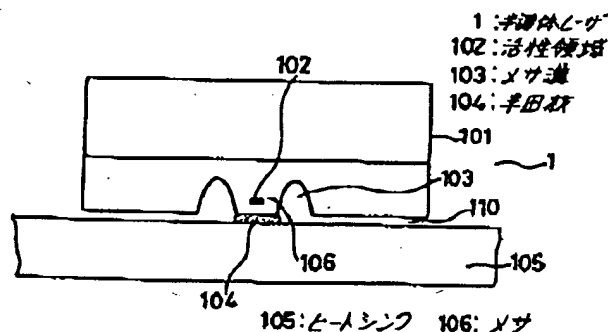
(54)【発明の名称】 半導体光デバイス及びその組立方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 活性領域の近傍にメサ溝を有する半導体光デバイスを応力の集中を避けてメサ主面をヒートシンク材に半田固着させる。

【構成】 メサ106主面にのみ半田材104を使用して半田固着するようにした。

【効果】 半田固着の際に、半導体レーザ1素子周辺から活性領域102に加わる熱応力を低減することができ、メサ溝103を有する半導体レーザを、放熱効果は高く、かつ寿命の観点からは信頼性の高い、半導体光デバイスの組立方法でもって実現できる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性領域近傍にメサ溝を有する半導体発光デバイスを、メサ溝を有する半導体主面側が放熱部材に接するように固着させてなる半導体発光デバイスにおいて、

上記半導体発光デバイスの活性領域を含むメサ部分のみを固着用半田材を用いて放熱部材に固着してなることを特徴とする半導体発光デバイス。

【請求項2】 活性領域近傍にメサ溝を有する半導体発光デバイスを、メサ溝を有する半導体主面側が放熱部材に接するように固着させて組み立てる半導体デバイスの組立方法において、

上記半導体発光デバイスの活性領域を含むメサ部分のみを固着用半田材を用いて放熱部材に固着して組み立てることを特徴とする半導体発光デバイスの組立方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は信頼性に優れた高速の半導体発光デバイス及びその組立方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体発光デバイスには半導体レーザ、発光ダイオード及び受光ダイオードなどがあるが、ここでは説明の都合上、半導体レーザを例にあげて詳しく記述する。

【0003】 図2は従来の半導体レーザの組立方法を示す模式図である。1は半導体レーザ、101はGaAsあるいはInP等からなる半導体基板、102は半導体基板101上に形成された活性領域、106は活性領域102を含むメサ、103は半導体レーザの応答速度を向上させる目的で設けられた、寄生容量成分を除去するためのメサ溝、201は半導体レーザ1をヒートシンク材105に固着させるための半田材である。図2は活性領域102に近い側の半導体主面がヒートシンク材105に固着される組立方法であり、“ジャンクションダウン組立法”と呼ばれる。この方法は半導体レーザ駆動時に活性領域102で発生する熱をヒートシンク材105に効率的に逃がし得るという特徴を有している。

【0004】 次に従来方法の動作について説明する。活性領域102で発生した熱はメサ106内で広がり、半田材201を介してヒートシンク材105に放熱される。放熱効果を高めるためヒートシンク材としては通常熱伝導度の高い銅、銀等の金属、あるいはダイヤモンド及び高熱伝導度を有するセラミック（例えばベリリヤ、アルミナイトライド）などが用いられる。

【0005】 一般に、半導体と金属では熱膨張係数が大きく異なる。従って、ヒートシンク材に金属を用いる場合は、半田固着温度から室温に降温する際に発生する大きな熱応力を受けるために半田材として、塑性変形しやすいインジウム等が用いられる。しかし、インジウムは

2

半導体レーザ1の電極として用いられる金と容易に反応し、脆弱な金インジウム合金を形成するため、数千時間以上の長時間動作には適さないという問題がある。一方、ヒートシンク材にセラミックを用いる場合には、ヒートシンク材であるセラミックと半導体材料の熱膨張係数がオーダ的にほぼ一致しているため、電極材である金との反応がほとんどなく、また機械的強度の高い高融点金銅合金を用いることが可能である。1GHz程度の応答速度を持つ半導体レーザでは、寄生容量を除去するためのメサ溝103が必要でないため、半導体レーザの断面は矩形状をしており、ジャンクションダウン組立法で信頼性の高い金銅半田を用いることに何ら問題は生じていなかった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 数GHz以上の高速応答性を有する半導体レーザでは、図2に示すようにメサ溝が形成される。従って、当然ながら半導体レーザの断面は矩形ではなく、メサ溝部分で半導体レーザの厚みが薄くならざるをえない。この場合、機械的強度が強

く信頼性の高い半田材（例えば金銅）を用いると、図3に模式的に示すように、降温時に発生するわずかな熱応力が活性領域近傍にあるメサ溝部分に集中し、活性領域に致命的なダメージを与えることがある。図3は応力集中の計算例で、301は等応力線を示す。応力の集中度はメサの形状に依存するが、例えばメサ形状が半径10μmの半円で半導体レーザの厚みが100μmであるとき、最大応力はメサのない場合の約20倍にも達する。また、半導体部品で通常行われる熱サイクル試験

（例えば-40度から+100度までの間で昇温・降温を100サイクル程度繰り返す）で、図4に示すように応力集中によりメサが破断し、亀裂401が発生し、半導体レーザが壊れてしまう不具合が発生することもある。

【0007】 本発明は上記のような問題点に鑑みてなされたもので、メサ溝を有する高速応答可能な半導体レーザ及びその信頼性の高い組立方法を得ることを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】 この発明にかかる半導体発光デバイス及びその組立方法は、ジャンクションダウンに組み立てられた半導体レーザのメサ部分への応力集中を避けるために、メサ溝の外側の半導体主面はヒートシンク材に固着せず、活性領域を含むメサ部分のみ半田固着するようにしたものである。

【0009】

【作用】 メサ溝の外側の半導体主面がヒートシンク材に固着されていないため、半導体レーザが半田融点で固着され室温まで降温されるとき、メサ溝外側は半導体が自然に熱収縮するのみであり、ヒートシンク材との熱膨張係数の違いによる熱応力は発生しない。従ってメサ部分

(3)

への応力集中は起こらず、従来法に見られた不具合の発生はなくなる。

【0010】

【実施例】以下この発明の一実施例を図について説明する。図1は本発明の一実施例による半導体光デバイス及びその組立方法を示し、図において、1は半導体レーザ、104はメサ活性領域102を含むメサ106の主面に接する部分に用いられた半田材である。上記の例では活性領域102が埋め込まれた、いわゆる埋め込み型半導体レーザを例にあげて示してあるが、他のどのようなタイプの半導体レーザにも適用することができる。

【0011】図1では、メサ溝103の外側には半田が形成されておらず、あたかも大きな空隙ができてるように誇張して示しているが、半田融着時は半田材は薄く引き延ばされ、図1に示した空隙110は無視できる程度に小さくなる。半田固着の際に、メサ溝の外側から発生する応力は、いま述べた方法で回避できるが、メサ106の主面に設けた半田とヒートシンク材との間に発生する応力を減少させるために、半田材とメサ106の主面の間に延性が大きくて柔らかい金などをメッキで数 μ m形成すると、応力の回避にさらに効果がある。

【0012】このような本実施例では、活性領域を含むメサの主面にのみ半田材を使用したので、半田固着の際に半導体レーザ素子周辺から活性領域に加わる熱応力を低減することができる。従って、メサ溝を持った高速応答可能な半導体レーザなどにおいて、放熱的には効果が大きく、寿命の観点からは信頼性の高い半導体光デバイスを得ることができる。

【0013】次に組立方法について説明する。一般に、高速化のために半導体レーザ1は活性領域102の両側にメサ溝103が形成されている。通常、このメサ溝は化学エッチング等で形成され、ほぼ幅約20 μ m、深さ約20 μ mである。本実施例のごとくメサの主面に接する部分にのみ半田材を限定して用いるためには以下のようにすればよい。半田材となる、例えば金錫半田を半導体レーザ主面全面に蒸着で形成し、メサ主面上をホトレジストなどで被ったのち、硫酸を主成分とするエッチング液で除去する。あるいは、ヒートシンク材のうち半導体レーザの半田固着の際接する部分に対して予め半田材を部分的に形成しておく。この場合も、ヒートシンク材の全面に半田材である金錫を蒸着などで形成した後、写

真製版とエッチングを行えばよい。半田材の厚みには特に指定はないが、数 μ mあればよい。このように、本発明の組立方法によれば、半田材の面積を限定するだけの手段によって、後述のような、亀裂の生じない信頼性の高い半導体光デバイスが得られる。

【0014】なお上記の例では活性領域102が埋め込まれた、いわゆる埋め込み型半導体レーザを例にあげて示してあるが、他のどのようなタイプの半導体レーザにも本発明による組立方法を適用することができる。また上記実施例では半導体レーザを例にあげたが、活性領域が円形の発光ダイオードにも適用できることは勿論である。この場合、メサ溝はストライプ状ではなく、活性領域を取り囲む円環状になる。さらに、本発明は半導体発光素子にのみ限定されるものではなく、半導体受光素子にも適用できることは明らかである。

【0015】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、活性領域を含むメサの主面にのみ半田材が使用されているので、半田固着の際に半導体レーザ素子周辺から活性領域に加わる熱応力を低減することができ、メサ溝を持ち、高速応答可能な半導体レーザを、放熱的には効果が大きく、寿命の観点からは信頼性の高い半導体光デバイスを得ることができる効果がある。また、本発明の組立方法によれば、半田材の面積を限定するだけの手段によって、亀裂の生じない信頼性の高い半導体光デバイスが得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による一実施例による半導体光デバイス及びその組立方法を示す断面図。

【図2】従来の半導体光デバイス及びその組立方法の組立法を示す断面図。

【図3】従来の組立法による応力集中を示す図。

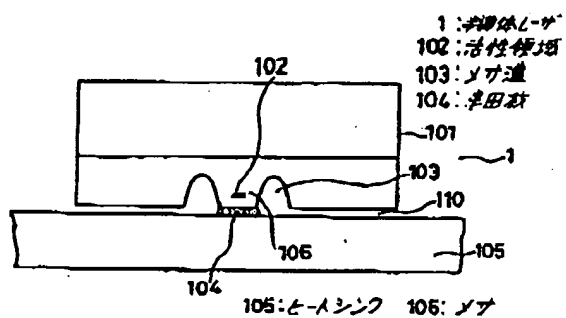
【図4】メサ部分に集中した応力により発生した亀裂を示す図。

【符号の説明】

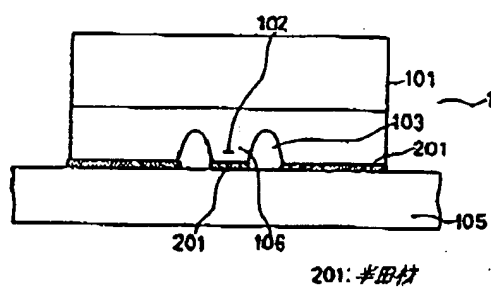
- 1 半導体レーザ
- 102 活性領域
- 103 メサ溝
- 104 半田材
- 105 ヒートシンク
- 106 メサ

(4)

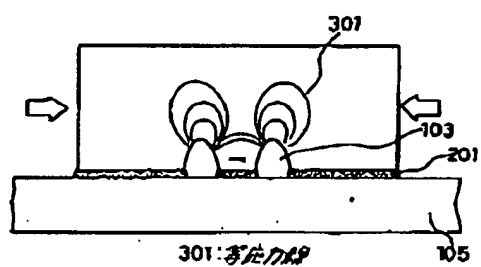
【图 1】



【圖 2】



【圖3】



【例 4】

